Aus der I. Medizinischen Klinik der Charité zu Berlin
Direktor: Prof. Dr. Siebeck

Über den laugigen Geschmack

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des medizinischen Doktorgrades
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

Abdallah Bissar
aus Tripoli, Syrien

Tag der Promotion: 24. Mai 1939

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M47

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Dozent Dr. Engel

Korreferent: Prof. Dr. Siebeck

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Inhalt.

EINLEITUNG 5

METHODISCHES 7

EXPERIMENTELLER TEIL UND BESPRECHUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE 9

a) Die laugigen Geschmacksschwellen 9

b) Der Adaptationsablauf des laugigen Geschmackes 13

c) Die Adaptationsbreite 15

d) Die laugigen Schwellenwerte in Mischlösungen v. Geschmacksstoffen verschiedener Reizqualität 18

e) Die laugigen Geschmacksschwellen in Mischlösungen von Laugen und Kaliumsalzen . . . 20

ZUSAMMENFASSUNG 22

Einleitung.

Von Oktober 1937 bis August 1938 habe ich mich als Versuchsperson und gelegentlich auch als Versuchsleiter an Geschmacksuntersuchungen beteiligt, die H. Hahn mit einer besonderen Methode seit acht Jahren in der ersten medizinischen Klinik der Charité, Berlin, fortlaufend durchführt. In den ersten Wochen erwarb ich mir zunächst durch tägliche mehrstündige Versuche eine ausreichende Uebung in der Erkennung eines bitteren, salzigen, sauren und süßen Schwellengeschmackes, die bis Januar 1938 im Verlauf von systematischen Schwellenbestimmungen im Bereich dieser vier Geschmacksqualitäten, über die wir an anderer Stelle berichten werden, noch weiter an Sicherheit gewann. Ich verfüge infolgedessen über hinreichende Voraussetzungen, um introspektativ beurteilen zu können, ob Laugen eine eigene Geschmacksqualität enthalten, die sich unzweifelhaft von den vier genannten Prinzipialqualitäten des Geschmackssinnes unterscheidet.

Mit der fraglichen Geschmacksqualität der Laugen habe ich mich seit Februar 1938 ziemlich ausschließlich beschäftigt. Herr Dr. Hahn hat mich nunmehr veranlaßt, das dabei gewonnene Versuchsmaterial und die von ihm und seinen Mitarbeitern großenteils schon früher ermittelten Tatsachen *) in vorliegender Arbeit einmal zusammenfassend darzustellen. Eine gesonderte Darstellung dieses Gegenstandes erscheint schon deshalb angezeigt, weil der laugige Geschmack nach den geltenden Anschauungen als tatsächliches Sinneserlebnis allgemein abgelehnt wird und entsprechend über die Bedingungen seines Zustandekommens sämtliche sinnesphysiologischen Feststellungen ausstehen. Hierfür sei das Urteil eines so guten Kenners wie v. Skramliks angeführt, der den Geschmackssinn in seinem Handbuch der Physiologie der niederen Sinne (Verlag Georg Thieme, Leipzig) besonders ausführlich abgehandelt hat und in ihm und in Bethes Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie das Vorhandensein einer spezifischen laugigen Geschmacksempfindung ablehnt.

So hat v. Skramlik in Bethes Handbuch XI, I, 1926, S. 350, ausgeführt: „Lange Zeit hindurch wurde zu den Qualitäten des Geschmackes auch der laugige und metallische hinzugezählt. Wenn man schwache Lösungen einer Lauge oder eines Schwermetalles in den Mund nimmt, so erlebt man eigentümliche

*) Vgl. H. Hahn, Zeitschr. f. Sinnesphys. **67**, 1938, 278 ff.

komplexe (? Verf.) Empfindungen, die scheinbar etwas Neuartiges darbieten und weder untereinander, noch mit einer der reinen Qualitäten bitter, salzig, sauer und süß übereinstimmen. So wird es verständlich, daß man im „Laugigen" und „Metallischen" neue Prinzipalqualitäten erblickte. Genaue Untersuchungen dieses Gegenstandes — beim laugigen „Geschmack" durch v. Frey ... — haben gelehrt, daß das Eigenartige der beiden „Geschmäcke" auf begleitenden Geruchsempfindungen beruht."

Im gleichen Sinne urteilt H. Zwaardemaker im Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von Abderhalden, Abt. V, Teil 7, I, 1930, S. 440: „Neben den Hauptklassen wird noch der metallische und Laugengeschmack genannt. Der erstere ist wahrscheinlich, der zweite sicher ein Geruch." Auch v. Kries erkennt in seiner Allgemeinen Sinnesphysiologie (Verlag Vogel, Leipzig, vergl. insbesondere S. 75 der Auflage von 1923) nur vier Hauptempfindungen bezw. reine Geschmäcke an; ebensowenig findet sich der laugige Geschmack in den Lehrbüchern der Physiologie, etwa von Landois-Rosemann (Verlag Urban und Schwarzenberg, ich sah die 18. Auflage daraufhin durch) erwähnt. Im Lehrbuch der Physiologie des Menschen von Zuntz-Loewy (Verlag Vogel, Leipzig 1913) bemerkt W. Nagel lediglich: „Der sog. laugenhafte ... Geschmack hat sich durch neue Untersuchungen als Geruchsempfindung herausgestellt."

Die Ablehnung des laugigen Sinneseindruckes als einer spezifischen Geschmacksqualität und seine Erklärung als eines Geruchsergebnisses stammt ursprünglich von v. Frey[1]): „Bei Gelegenheit von Versuchen über den Geschmack von Laugen .... bemerkte ich, daß es genügt, die verdünnte Lauge in den Mund zu bringen, um die Empfindung der Süße, der Bitterkeit und (bei höheren Konzentrationen) des Brennens herbeizuführen, daß dagegen der eigentlich laugige Geschmack in der Regel erst beim Schlucken der Lösung hervortritt ... Die Wiederholung des Versuches mit verschlossener Nase ergab ...., daß der Lösung das „Laugige" fehlte (S. 275) ... Es ist nur folgerichtig, nicht von einem laugigen Geschmack, sondern von einem laugigen Geruch zu sprechen. ... Die Wirkung auf den Geruch entsteht erst aus ihrer (scil. der Lauge) Berührung mit den Wänden der Mundhöhle und des Rachens. Die Laugen sind, wie jedermann weiß, an sich geruchlos." (S. 276). Als Ursache des Geruches nimmt v. Frey die Entwicklung flüchtiger Basen, insbesondere methylierten Ammoniaks, aus dem Mundinhalt unter der Einwirkung der Hydroxylionen an. Diese

[1]) M. v. Frey, Pflügers Archiv **136**, 275. 1910.

Basen seien im Speichel vorgebildet, dem sie sich als Zerfallsprodukte der Epithelien der Mundhöhle beimischen sollen. (S. 279).

„Die Rolle des Geruchssinnes bei der Wahrnehmung des Laugigen" führt v. Skramlik in Bethes Handbuch S. 350 aus, „ergibt sich aus einem sehr einfachen Versuch. Man verschließt die Nase mit einer Klemme und bringt 10 ccm einer 0,01 n NaOH in den Mund. Diese Lösung schmeckt auf der Zungenspitze süß, auf dem Zungengrunde schwach bitter. Begleiterscheinungen sind ein schwaches Brennen sowie eine gewisse „Glätte" beim Hin- und Herbewegen der Zunge. Der Geschmackseindruck ändert sich nicht, wenn man die Lösung verschluckt. Sowie die Nase geöffnet wird, tritt der „laugige Geschmack" vor. Damit ist der Beweis geliefert, daß an dem Zustandekommen des Laugigen auch der Geruch beteiligt ist."

Wir haben diesen Versuch mehrfach wiederholt, aber keinen sehr überzeugenden Eindruck von ihm gewonnen. Die Anwesenheit mehrerer Empfindungsqualitäten stört jedenfalls bei dem Versuch die klare Beurteilung des gesuchten spezifischen Laugengeschmackes. Ob die Unterbrechung der Atmung im Versuch die Empfindungsqualitäten tatsächlich so eindeutig verändert, möchten wir nicht entscheiden, da wir uns subjektiv befangen fühlen, möchten aber doch die unbefangene Nachprüfung des Versuches anempfehlen. Zum mindesten meinen wir, daß eine solche Nachprüfung unseren Vorschlag, die Untersuchung des laugigen Geschmackes grundsätzlich durch unser Verfahren von einer Mitbeteiligung des Geruchssinnes ganz abzutrennen, weiterhin zu stützen geeignet sein dürfte. Ob Laugen gemäß der Vorstellung von Frey's im Munde Geruchsstoffe entwickeln können, hat bei unserem Versuchsverfahren keine mothodische Bedeutung und haben wir nicht weiter geprüft.

Methodisches.

Zu den Geschmacksreizungen dient eine U-förmige Glasröhre, an deren Scheitel sich seitlich eine runde überhöhte Oeffnung von 1,5 cm Durchmesser befindet. Der erhöhte Rand dieser Oeffnung wird auf eine gezielte Stelle der Zungenspitze aufgelegt. Nur durch die Oeffnung treten die Schmecklösungen, die die Glasröhre röhre durchfließen, mit der Zungenschleimhaut in Berührung, nachdem zuvor der Speichel durch destilliertes Wasser abgespült wird. Es ist also keine Gelegenheit zur Entwicklung gasförmiger Produkte aus dem Speichel und ihrer Abgabe an die Atemluft gegeben.

Die Schmecklösungen werden in einen Trichter entleert, aus dem sie durch einen Schlauch der Glasröhre zu- und von ihr zum Abfluß abgeleitet werden. 15 Sekunden lang vor jedem Einzelversuch und 5 Sekunden nachher fließt auf dem gleichen Wege Aq. dest. über die Zungenstelle, um ihr eine gewählte Temperatur mitzuteilen und sie abzuspülen. In den Adaptationsversuchen werden auch die adaptierenden Lösungen dem Trichter aus höher gestellten Standgefäßen durch einen Dreiwegehahn zugeleitet, der momentanes Umschalten vom Aq. dest. auf die Lösungen ermöglicht. Die zur Schwellenreizung dienende Schmecklösung wird sofort nach Ausschaltung des Aq. dest. bezw. der adaptierenden Lösung in den Trichter entleert. Die Schmecklösungen werden aus Stammlösungen pippetiert und in Meßkölbchen von 50 ccm Fassungsvermögen zu den gewählten Konzentrationen mit Aq. dest. verdünnt. Ihr Durchstrom durch die Glasröhre nimmt 7 Sekunden in Anspruch. Die Durchströmungszeiten der adaptierenden Lösungen werden mit einer Stoppuhr reguliert.

Die Oeffnung der Glasröhre wird von der Vp selber auf die aus dem Munde ausgestreckte Zunge mit leichtem Druck aufgesetzt. Die stets gleiche Lage der Oeffnung, die seitlich den Sulcus medianus Linguae berührt und deren unterer Rand einige Millimeter von der Zungenspitze entfernt bleibt, wird von der Vp durch einen Spiegel kontrolliert. Der Trichter ist an einem Stativ befestigt.

Zu den Schwellenbestimmungen hat die Vp anzugeben, ob die Reizlösung eine Geschmackswahrnehmung verursacht oder nicht. Die Konzentrationen der zu den Schwellenreizungen dienenden Schmecklösung werden um ca. $^1/_{20}$ der größten Gesamtkonzentrationen abgewechselt, jede Konzentration 5mal dargeboten. Das Versuchsziel ist erreicht, wenn die höchste Konzentration 5mal oder zwei höchste Konzentrationen je 4mal eine Geschmacksempfindung herbeigeführt haben, die niedrigsten Konzentrationen entsprechend 2×4 bezw. 5mal nicht geschmeckt wurden. Die Mittelwerte aus diesen Grenzkonzentrationen dienen als Reizschwellenwerte.

Soweit nicht anders angegeben, betrug die Temperatur sämtlicher Lösungen 32° C. Durch das vor jeder Reizung die Zunge überfließende Wasser werden die Temperatursinnesnerven hinreichend an 32° adaptiert, so daß die Schmecklösungen keine Temperaturempfindung mehr zu verursachen pflegen. Bei Verwendung wärmerer bezw. kälterer Schmecklösungen als 32° wurde die Temperatur des Wassers bezw. der adaptierenden Lösung um 1 bis 2° (vergl. die Temperaturangaben der Abbildungen) höher bezw. tiefer gewählt, wodurch die Wärme- bezw. Kältesinnesnerven

bis zur Empfindungslosigkeit gegenüber auch extremeren Temperaturen der Schmecklösungen adaptiert wurden. Hierüber sowie über weitere Einzelheiten der Methode verweise ich noch auf die Originalarbeiten von Hahn.[2])

Experimenteller Teil und Besprechung der Versuchsergebnisse.

a) Die laugigen Geschmacksschwellen.

Wenn eine höher konzentrierte Alkalilauge durch die Glasröhre über die Zunge fließt, so verursacht sie eine süße Geschmacksempfindung und einen deutlich von dieser abtrennbaren Beigeschmack. Wird die Lauge in geringeren Konzentrationen, als 0,00002 bis 0,00009 n bei den von uns untersuchten Vpn, dargeboten, so wird der Süßgeschmack nicht mehr wahrgenommen, wohl aber bei Verdünnungen bis zu ca. 0,000000012 n, bei ein 0,0000003 n, der nicht süße Beigeschmack. Herr Dr. Hahn berichtete mir, daß die Mehrzahl seiner Vpn, Mediziner und Laborantinnen, spontan diesen Geschmack als „laugig" bezeichnete, wenn er ihnen nach einiger Uebungszeit zum ersten Mal unwissentlich eine Lauge zur Geschmacksbeurteilung darbot. Die introspektative Abtrennung dieses Geschmackes von der süßen, bitteren, salzigen und sauren Geschmacksqualität erfolgt durch die Vpn regelmäßig mit großer Bestimmtheit. Die von v. Skramlik geschilderten Empfindungen von Brennen bezw. von Glätte treten bei den in Frage kommenden Verdünnungen nicht auf; ein Brennen gelegentlich bei Laugenkonzentrationen erst oberhalb 0,005 n.

Die Laugenqualität einer Geschmacksempfindung läßt sich nicht durch Vergleiche beschreiben, da sie eben als selbständiges Sinneserlebnis keine Vergleichsmöglichkeiten zu den übrigen Geschmacksqualitäten bietet und ihre Bekanntschaft nur durch einen persönlichen Versuch gemacht werden kann.

In den weiteren Erörterungen setze ich die ja leicht erreichbare Bekanntschaft mit der Eigenart des laugigen Geschmackes, den ich als solchen bezeichne, voraus und untersuche seine Selbständigkeit und die Bedingungen seines Zustandekommens ausschließlich quantitativ.

Die quantitative Abgrenzungsmöglichkeit gegen die süße Geschmacksqualität wird dadurch ermöglicht, daß die Alkalilaugen den Süßgeschmack regelmäßig erst in höheren Konzentrationen verursachen als den laugigen Geschmack. Dem Einwand, daß die

---

[2]) H. Hahn und H. Günther, Pflügers Arch. **231**, 48. 1932. H. Hahn, Zeitschr. f. Sinnesphys. **65**, 105. 1934.

durch tiefere Konzentrationen verursachte Geschmacksempfindung infolge ihrer ungenügenden Stärke qualitätiv überhaupt undeutlich ausfallen könnte, steht schon die recht beträchtliche Empfindungsstärke entgegen, die die Alkalilaugen in den noch nicht süß schmeckenden Konzentrationen bis zu ca. $20 . 10^{-6}$ n vermitteln. Denn diese Konzentrationen liegen um die vielhundertfachen Beträge höher als die absoluten Schwellenkonzentrationen, unterhalb derer (bis zu $12 . 10^{-9}$ n) die Laugen überhaupt erst einen Geschmack verursachen. Die Grenzkonzentrationen, oberhalb derer der Süßgeschmack wahrgenommen wird, lassen sich im übrigen mit annähernd der gleichen Sicherheit bestimmen, wie die absoluten Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes, deren Streuungsbreiten an mir selten $\pm$ 10% des Mittelwertes erreichten.

Einen überzeugenden Nachweis der Unabhängigkeit des laugigen vom süßen Geschmack der Alkalilaugen liefert die verschiedene Temperaturabhängigkeit der Schwellenkonzentrationen, in denen die Laugen die beiden Geschmacksqualitäten zur Wahrnehmung bringen; denn die Schwellenwerte des laugigen Geschmackes von Natrium-, Kalium-, Litium- und Ammoniumlauge steigen, wie in Abbildung I dargestellt ist, bei Temperaturerhöhungen von 17—32° auf ca. den doppelten Betrag an, die Süßschwellen sinken dagegen auf den ca. 20. Teil ab. Daß an der Unterscheidung des gemischt süßen und laugigen Geschmackes vom rein laugigen keine Willkür beteiligt ist, ergibt sich zudem aus übereinstimmenden Kurven, die wir außer an der Vp U der Abbildung 1 noch an mir und einer dritten Vp (Ku) mit sämtlichen vier Alkalilaugen erzielten.

Die Abgrenzung des Süßgeschmackes läßt sich weiter noch durch eine für die Süßschwellen sämtlicher anorganischen Elektrolyte gültige quantitative Gesetzmäßigkeit sicherstellen. Stets enthalten nämlich die Schwellenlösungen des Süßgeschmackes von anorganischen Salzen und Laugen die gleiche Anzahl Anionen. So fanden sich bei mir, in einer einzigen Versuchssitzung bestimmt, als süße Schwellenkonzentrationen $23 . 10^{-6}$ n NaOH, $23 . 10^{-6}$ m $BeSO_4$ und $47 . 10^{-6}$ m $BeCl_2$, eine quantitative Uebereinstimmung also der Anzahl Hydroxylionen mit den SO_4- und den Cl-Jonen, woraus übrigens hervorgeht, daß der Süßgeschmack an die Anionen der Elektrolyte gebunden ist, diese die Reizträger des Süßgeschmackes sind. Da die Berylliumsalze einen rein süßen Geschmack verursachen, dessen Feststellung durch den laugigen Geschmack überhaupt nicht beeinträchtigt wird, so ergibt sich aus der guten Uebereinstimmung der Anionenkonzentrationen ihrer Schwellenlösungen mit denen der Alkalilaugen, daß sich die Süß-

schwellen in Anwesenheit der laugigen Mischgeschmackes genau so sicher bestimmen lassen wie bei den rein süß schmeckenden Lösungen.

Im Gegensatz zu den Alkalilaugen verursachten $Ba(OH)_2$ und $Ca(OH)_2$ in höheren Konzentrationen an unseren Vpn nicht einen süßen, sondern einen bitteren Beigeschmack, während ihr durch geringere Konzentrationen bedingter rein laugiger Geschmack sich introperspektativ in keiner Weise von dem Geschmack der Alkalilaugen unterscheidet. Auch der Temperatureinfluß auf die laugigen Geschmackswellen dieser Laugen erwies sich als der gleiche wie der in Abbildung 1 für die Natronlauge dargestellte. Die bitteren Schwellenkonzentrationen stiegen aber abweichend von den Süßschwellen der Alkalilaugen mit der Temperaturerhöhung von 17 bis 42° um annähernd den dreifachen Betrag an.

Tabelle

Schmeckstoff	Vp. Ku.	Vp. Bi.	Vp. U.
NaOH	$\frac{-5}{35 \cdot 10\,n}$	$\frac{-8}{32 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(25 \cdot 10\,n)}$	$\frac{-9}{12{,}5 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(88 \cdot 10\,n)}$
KOH	$\frac{-5}{33 \cdot 10\,n}$		$\frac{9}{13{,}5 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(82 \cdot 10\,n)}$
LiOH		$\frac{-8}{35 \cdot 10\,n}$ $\frac{6}{(23 \cdot 10\,n)}$	
NH_4OH	$\frac{-5}{34 \cdot 10\,n}$	$\frac{-8}{33 \cdot 10\,n}$ $\frac{6}{(22 \cdot 10\,n)}$	$\frac{-9}{12 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(88 \cdot 10\,n)}$
$Ba(OH)_2$		$\frac{7}{33 \cdot 10\,n}$ $\frac{4)}{(14 \cdot 10\,n)}$	$\frac{-7}{20{,}5 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(10 \cdot 10\,n)}$
$Ca(OH)_2 n$	$\frac{-4}{26 \cdot 10\,n}$	$\frac{-7}{54 \cdot 10\,n}$ $\frac{-4}{(16 \cdot 10\,n)}$	$\frac{-7}{53 \cdot 10\,n}$ $\frac{-6}{(37 \cdot 10\,n)}$
K Cl	$\frac{-4}{60 \cdot 10\,n}$		
K_2SO_4	$\frac{-4}{32 \cdot 10\,n}$		

Erläuterungen zur Tabelle:

Normale Konzentrationen der laugigen Schwellenlösungen von sechs Laugen und molare Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes von zwei Kaliumsalzen bei 32° C an drei Vpn (Vp Ku = Dr. Günther Kuckulies, Assistent am physiologischen Institut der Universität Berlin, Vp U = Fräulein Lore Ulbrich, technische Assistentin der Klinik, Vp Bi = Verf.). Die in Klammern beigefügten Werte geben die Schwellenkonzentrationen der Alkalilaugen für den hinzutretenden süßen bezw. (x) der Barium- und Calciumlauge für den bitteren Mischgeschmack wieder.

Zum exakten Vergleich der Schwellenkonzentrationen von Geschmacksstoffen hat es sich als notwendig herausgestellt, die zu vergleichenden Schwellenbestimmungen an einer Vp in einer ununterbrochenen Versuchsserie desselben Versuchstages durchzuführen, da man an verschiedenen Versuchstagen mit nicht unbeträchtlichen Empfindlichkeitsschwankungen rechnen muß. So sind die in der Tabelle enthaltenen Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes der 6 untersuchten Laugen an jeder Vp in je einer fortlaufenden Sitzung bestimmt, desgleichen die Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes von Kaliumsalzen an Vp Ku. Die in der Tabelle beigefügten Süß- bezw. Bitterschwellen der Laugen mußten dagegen an folgenden Tagen ermittelt werden, da die Versuchssitzung ohnehin schon mit einer Dauer von mehreren Stunden die Grenzen der Versuchsfähigkeit der Vpn erreichte. Die Schwellen der verschiedenen Geschmacksqualitäten der Laugen sind also miteinander nur durch ihre sehr verschiedenen Größenordnungen vergleichbar.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, entsprechen die laugigen Geschmacksschwellen im Bereich der Alkalilaugen einschließlich des Ammoniaks aequi-normalen Lösungen. Durch die Laugen der Erdalkalien wird der laugige Schwellengeschmack erst in ungleich höheren Konzentrationen ermittelt; ihre Schmeckkraft ist also ungleich geringer. Da zudem die relative Schmeckkraft dieser Laugen im Vergleich zu den Alkalilaugen ($= \frac{\text{Schwellenkonzentration n n Alkalilauge}}{\text{n Erdalkalilauge}}$) an den verschiedenen Vpn beträchtlich individuell variiert, lassen sich aus dem Schwellenvergleich keine Schlüsse ziehen.

An Vp Ku. wurden in einer anderen Versuchsserie die laugigen Geschmacksschwellen außer für KCl und K_2SO_4 noch für KBr, KCO_2CH_3 und K_2CO_3 bestimmt und in weiteren Serien wiederholt kontrolliert. Entsprechend den in der Tabelle angeführten Versuchen ergab sich, daß die Schwellenkonzentrationen der K-Salze einwertiger Säuren (KCl, KBr, KCO_2CH_3) aequimolaren Lösungen entsprechen, während von den Salzen zweiwertiger Säuren (K_2SO_4, K_2CO_3) die halben molaren Konzentrationen zum laugigen Schwellengeschmack ausreichten. Der laugige Geschmacksreiz ist also an die K-Jonen gebunden, die in allen Schwellenkonzentrationen in gleicher Anzahl vertreten sind, während die zweiwertigen Anionen nur im halben Betrag der einwertigen in den Schwellenlösungen enthalten sind. Der Reizträger des laugigen Geschmackes in den K-Salzen ist also das Kation.

Ueber den laugigen Geschmack von Salzen konnten wir leider keine weiteren Untersuchungsergebnisse erzielen, da an mir und zwei anderen in diesem Jahr geprüften Vpn die Kaliumsalze und zahlreiche weiteren Salze keinen laugigen Geschmack verursachten und uns weitere eingeübte Vpn in dieser Zeit nicht zur Verfügung standen. Im Gegensatz zu den Laugen begegnet man dem laugigen Geschmack bei Salzen nur an individuellen Ausnahmen.

Auch an Ku läßt der Schwellenvergleich der K-Salze mit den Laugen zwar keinen unmittelbaren Rückschluß auf den in den Laugen enthaltenen Reizträger des laugigen Geschmackes zu, da die Schwellenkonzentrationen der Laugen in anderen Größenordnungen als der Salze liegen. Wir möchten dennoch auch in den Laugen die Kationen als laugige Reizträger annehmen, da die Untersuchungen Hahns ausnahmslos ergeben haben, daß die Reizträger in elektrolytisch dissocierten Geschmacksstoffen gleicher Geschmacksqualität stets eine qualitätsgleiche elektrische Ladung aufweisen.

Die Abgrenzung des laugigen Geschmackes gegen die saure und die salzige Geschmacksqualität erscheint weniger wesentlich, da wir über einen sauren oder salzigen Geschmack von anorganischen Laugen in der Literatur keine Angaben gefunden haben und die von uns untersuchten Laugen bei Befragung unserer Vpn auch in beliebigen bis zu 0,01 n gesteigerten Konzentrationen keine salzige oder saure Geschmackskomponente introspektativ erkennen ließen. Die sauren Geschmacksschwellen pflegen zudem einem anderen Temperaturfaktor zu unterliegen, nämlich entweder mit steigenden und sinkenden Temperaturen ober- und unterhalb 32° anzusteigen oder von der Temperatur ganz unabhängig zu sein. Die salzigen Geschmacksschwellen pflegen sich allerdings gegenüber der Temperaturerhöhung bis 32° wie die Laugenschwellen zu verhalten, steigen aber bei manchen Vpn auch oberhalb 32° noch weiter an, so daß sich auch ihnen gegenüber aus der spezifischen Temperaturabhängigkeit der laugigen Geschmacksschwellen Abgrenzungsmöglichkeiten ergeben.

b) Der Adaptationsablauf des laugigen Geschmacks.

Zur Untersuchung des zeitlichen Adaptationsablaufes im Bereich des laugigen Geschmackes ließen wir eine Lauge überschwelliger Konzentration durch die Glasröhre über die Zungenstelle fließen. Nach 5 Sek. wurde sie ausgeschaltet und durch 50 ccm einer geringeren Konzentration der gleichen Lauge ersetzt, die wie zu den Schwellenbestimmungen üblich aus dem Meßkölbchen in

den Trichter entleert wurden. Nach Pausen von je 2 Minuten wurde der Versuch unter Wechseln der im Meßkölbchen enthaltenen Konzentrationen so oft wiederholt, bis deren Mittelwert die Schwellenkonzentration ergab. In einer zweiten Versuchsserie wurde die adaptierende Schmecklösung 10 Sekunden lang einwirken gelassen, in weiteren Serien die Adaptationszeit auf 15, 20 usw. Sek. verlängert. Mit zunehmenden Adaptationszeiten stiegen die Schwellenwerte an, bis sie schließlich eine durch weitere Ausdehnung der

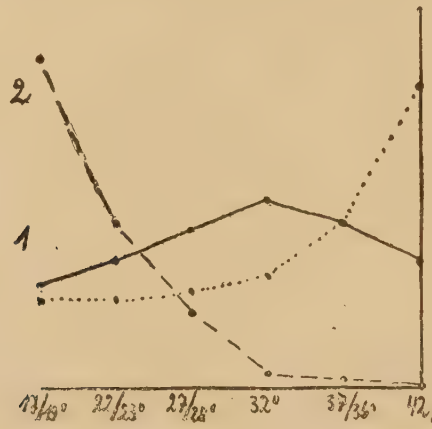

Abb. 1

Erläuterungen zur Abbildung 1:

Temperatureinfluß auf die Schwellen des laugigen Geschmackes und des bitteren bezw. süßen Beigeschmackes von Laugen an Vp Ulbrich.

Abscissenwerte = Temperaturen des Wassers, das vor den Schmecklösungen zur Herstellung einer konstanten Temperatur und zur Adaptation der Temperatursinnesnerven über die Zungenstelle floß. Die Temperaturen der Schmecklösungen, die ihrerseits keine Temperaturempfindungen verursachten, sind in Klammern beigefügt. Maßgebend für die Schwellenwerte sind vorwiegend (vergl. Hahn u. Günther a. a. O.) die Wassertemperaturen. Ordinatenwerte:

----- Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes von Natronlauge. 1 = 0,00000001 n NaOH.

..... Schwellenkonzentrationen des bitteren Beigeschmackes von Calciumlauge. 1 = 0,00002 n $Ca(OH)_2$.

- - - - - Schwellenkonzentrationen des süßen Beigeschmackes von Natronlauge. 1 = 0,001 n NaOH.

Adaptationszeit nicht mehr veränderliche konstante Schwellenhöhe erreichten. Zur Untersuchung der Rückbildung der Adaptation wurde nach einer 30 Sek. währenden Adaptationszeit die adaptierende Lösung ausgeschaltet und durch aq. dest. ersetzt, dieses nach 5, 10 usw. Sek. ebenfalls ausgeschaltet und danach wie vorher die Schwellenkonzentration ermittelt. Die Versuche mit NaOH wurden außer bei 32° noch bei 17 (19°) durchgeführt. Die mit Natronlauge an mir und mit Calciumlauge an Vp U durchgeführten Ver-

suche sind in Abt. II dargestellt. In orientierenden Versuchen mit $Ca(OH)_2$ an mir und NaOH an U überzeugten wir uns, daß die Adaptationskurven beider Laugen an beiden Vpn identisch ausfielen, die Kurven also für den laugigen Geschmack charakteristisch sein dürften.

Spezifisch allein für den laugigen Geschmack sind die Kurven der Abt. II aber nicht, da Adaptationskurven des gleichen Typs von Hahn (aaO) auch für die Süßreize Glyzerin und Rohrzucker und in noch nicht veröffentlichten Versuchen für Berylliumchlorid und das bittere Kaliumjodid gefunden wurden. Wohl aber verlaufen die Adaptationskurven im Bereich des salzigen und sauren Geschmackes qualitativ anders, so daß sich aus ihnen Unterscheidungsmöglichkeiten wenigstens gegenüber diesen beiden Geschmacksqualitäten ergeben.

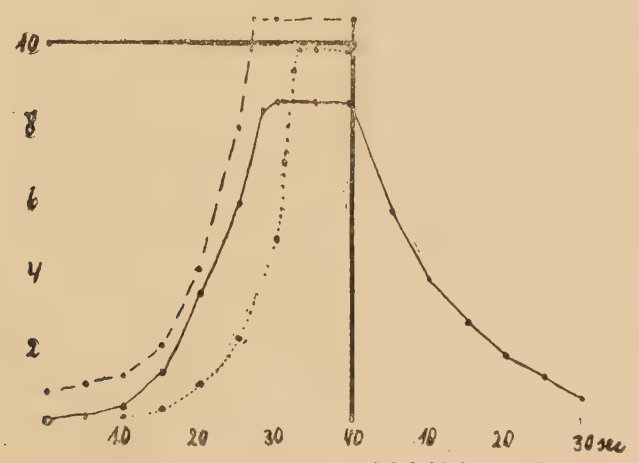

Abb. 2

Erläuterungen zur Abbildung 2:

Zeitlicher Verlauf des Schwellenanstieges unter dem Adaptationseinfluß von Laugen.

Die Kurven gehen bis zur 40. Sekunde (vergl. Abscissenwerte) den Anstieg der Schwellenkonzentrationen von Calciumlauge unter dem adaptierenden Einfluß einer 0,00001 n $Ca(OH)_2$-Lösung bei 32 ° C an mir (- - - -) und dem Schwellenanstieg von Natronlauge unter dem Einfluß von 0,00005 n NaOH an Vp Ulbrich bei 32 ° (———) und 17 ° (....) wieder. Ein Ordinatenteilstrich entspricht 0,000001 n $Ca(OH_2)$ bezw. 0,000005 n NaOH. Der absteigende Kurventeil jenseits der 40. Sekunde stellt die Rückbildung der Adaptation an Vp U dar, während Wasser von 32 ° über ihre Zunge floß. Die adaptierenden Konzentrationen entsprechen der Horizontalen des Ordinatenwertes 10.

c) Die Adaptationsbreite.

Die durch eine adaptierende Schmecklösung erzielbare maximale Schwellenerhöhung ist von der Konzentration der Schmecklösung und von ihrer Temperatur abhängig. Die Abhängigkeit von

der Konzentration ist in Abb. III dargestellt, die die Schwellenkonzentrationen von Natronlauge nach erzielbar vollkommener Adaptation auf verschiedene Laugenkonzentrationen wiedergibt. Zur Erzielung und Unterhaltung der vollkommenen Adaptation wurde die Lauge adaptierender Konzentration zunächst eine Minute lung über die Zungenstelle geleitet, dann die Schwellenlösung dargeboten und nach deren Abfluß sofort wieder die adaptierende Lösung eingeschaltet. Die nächste Schwellenlösung konnte dann schon eher dargeboten werden, da die durch ihre Darbietung erfolgende Unterbrechung des Adaptationszustandes zu kurzfristig

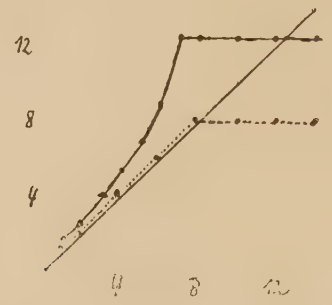

Abb. 3

Erläuterungen zur Abbildung 3:

Adaptationsbreite verschiedener adaptierender Konzentrationen von Natronlauge an zwei Versuchspersonen.

Die gerade Diagonale bezeichnet die nach Maßgabe der Abscissenwerte steigenden adaptierenden Konzentrationen. Die Kurven geben die durch sie herbeigeführten Erhöhungen der Schwellenkonzentrationen an Vp Ulbrich (. . . .) und (———) wieder. Einem Teilstrich des Coordinatensystemes entspricht an Vp U 0,00001 n, an mir 0,0001 n NaOH.

ist, um die durch die dauernde Einwirkung der adaptierenden Lösung erzielte vollständige Adaptation nachwirkend abzuschwächen, wenn nach mindestens 30 Sek., die zur Herstellung der nächsten Schwellenlösung benötigt werden, die neue Schwellenreizung erfolgt.

Wie aus der Abbildung III ersichtlich, steigen die Schwellenkonzentrationen unter der dauernden Einwirkung steigender adaptierender Konzentrationen individuell verschieden stark an. Den Abstand der Schwellenkonzentration von der adaptierenden Konzentration hat Hahn als die Adaptationsbreite der adaptierenden Schmecklösung bezeichnet. Die Adaptationsbreite der Natronlauge war an der Vp U bei allen Konzentrationen die gleiche, an mir mit steigenden Konzentrationen eine zunehmende. Bemerkenswerterweise folgte aber an beiden Vpn der Schwellenanstieg dem Anstieg der adaptierenden Laugenkonzentrationen nicht unbegrenzt. Ueber eine gewisse Grenze hinaus hatten weitere Steigerungen der adap-

tierenden Konzentration keinen Einfluß auf die Schwellenkonzentrationen mehr, wie der horizontale Verlauf des Endteiles der Schwellenkurven in Abbildung III erkennen läßt.

Wenn die Schwellenkonzentration tiefer liegt als die adaptierende Konzentration, so besagt das, daß eine absolute Adaptation auf die adaptierende Lösung auch bei beliebig lang dauernder Adaptationszeit nicht mehr erzielbar, die Adaptationsbreite eine negative ist. In diesem Zustand pflegen die adaptierenden Schmecklösungen bei dauernder Einwirkung eine ständige, wenn auch schwache Geschmacksempfindung zu verursachen. Derartige ständige Geschmacksempfindungen lassen sich mit hochkonzentrierten Schmecklösungen im Bereich sämtlicher Geschmacksqualitäten erzielen. Die genaue Untersuchung ihrer quantitativen Voraussetzungen wie beim laugigen Geschmack durch die Versuche zu Abbildung III erscheint wegen der theoretischen Bedeutung der ständigen Geschmacksempfindungen geboten. Denn die ständigen Empfindungen stehen im Widerspruch zum Gesetz der Nervenerregung von Du Bois-Reymond, nach dem die Sinnesnerven nur durch eine Veränderung ihres Zustandes erregt werden sollen und die Adaptation das Ergebnis eines erzielten Gleichgewichtes der einwirkenden Reizkräfte sein soll.

Daß die Adaptation statt dessen auf einer Veränderung der Erregbarkeit der Geschmackssinnesnerven, ihrer Umstimmung infolge der Reizung, beruht, ergibt sich auch aus der Tatsache, daß sie durch die Temperatur beeinflußbar ist und daß sich der Temperatureinfluß auf die Adaptation nicht aus einer durch die Temperatur veränderten Empfindlichkeit der Geschmackssinnesnerven erklären läßt. Denn der Temperatureinfluß auf die Schwellenkonzentrationen von Geschmacksstoffen pflegt, wie in Abb. IV für den laugigen

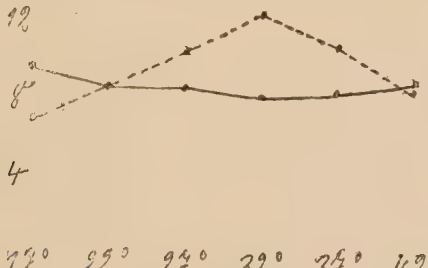

Abb. 4

Erläuterungen zur Abbildung 4:

Temperatureinfluß auf die laugigen Schwellenkonzentrationen von Natronlauge an Vp Ulbrich im adaptationsfreien Zustand (- - - -, ein Ordinatenteilstrich = 10 . 10^{-10}n NaOH) und im Adaptationszustand an 50 . 10^{-6}n NaOH (———, 1 = 20 . 10^{-6}n).

Geschmack und von Hahn a. a. O. für sämtliche Geschmacksqualitäten dargestellt ist, im adaptierten Zustand ein genau entgegengesetzter wie im adaptationsfreien Zustand zu sein. Außer mit Natronlauge an der Vp U überzeugten wir uns noch mit Kalium- und Calciumlauge an mir, daß die reinen Schwellenkonzentrationen des laugigen Geschmackes mit steigenden und sinkenden Temperaturen oberhalb bezw. unterhalb 32^0 absinken, während sie nach vollständiger Adaptation an überschwellige Laugenkonzentrationen entgegengesetzt anzusteigen pflegten, wie die Abb. IV für eine adaptierende Konzentration von 0,00001 n NaOH veranschaulicht.

Auch durch unterschwellige Konzentrationen läßt sich im beschränkten Ausmaß eine adaptierende Schwellenerhöhung von Laugen herbeiführen, doch mußte die adaptierende Konzentration an mir mindestens $^4/_5$, an der Vp U $^9/_{10}$ der Schwellenkonzentration betragen, um nach beliebig langen Adaptationszeiten eine Schwellenerhöhung herbeizuführen. Nach dem Gesetz von DuBois-Reymond müßte sich offenbar die Schwellenerhöhung auch schon bei noch tieferen adaptierenden Konzentrationen bemerkbar machen, da ja nach dem Gesetz die Schwellenreizung nicht das Ergebnis der tatsächlichen Schwellenkonzentration, sondern der Differenz zwischen der adaptierenden und der Schwellenkonzentration sein müßte. Zur näheren Begründung unserer Auffassung der Adaptation als Ergebnis eines Umstimmungsvorganges im Sinne Herings und der Ungültigkeit des Gesetzes von DuBois-Reymond verweise ich im übrigen auf die ausführliche Darstellung von Hahn in der Zeitschrift für Sinnesphysiologie **65**, 105, 1934. Da die Adaptationsschwellen unter dem Einfluß der Temperatur in der Zungenoberfläche stehen, ergibt sich als Ort des Umstimmungsvorganges die äußerste Peripherie des Geschmackssinnes.

d) Die laugigen Schwellenwerte in Mischlösungen von Geschmacksstoffen verschiedener Reizqualität.

Wenn man zwei Geschmacksstoffe gleicher Geschmacksqualität mischt, so benötigt man im allgemeinen zur Erzielung der Schwellenempfindung geringerer Konzentrationen, als wenn jeder Stoff einzeln dargeboten wird. Wählt man von einem Geschmacksstoff die halbe Schwellenkonzentration, so genügt zur Erreichung der Geschmacksschwellen vom anderen ebenfalls dessen halbe, $^1/_{10}$ Schwellenkonzentration des einen muß man zur Schwellenreizung $^9/_{10}$ des anderen Stoffes zusetzen usw.: Die Geschmackswirkung der Stoffe pflegt in allen Mischungsverhältnissen eine addierende zu sein. In zahlreichen Versuchen überzeugten wir uns, daß auch im Bereich

des laugigen Schwellengeschmackes die Alkalilaugen und der Ammoniak ihre Schwellenwirkung genau addierten.

Bei der Mischung von Geschmacksstoffen verschiedener Geschmacksqualität hat Hahn (in noch nicht veröffentlichten Versuchen) nie eine addierende Reizwirkung beobachtet. Entweder hatte die Beimischung eines eben unterschwellig konzentrierten qualitätsverschiedenen Geschmacksstoffes überhaupt keinen Einfluß auf den Schwellenwert des Geschmacksstoffes, dessen Schwellenkonzentration untersucht wurde, oder einen wesentlich schwächeren als den addierenden. Diese Untersuchung haben wir auch mit laugigen Geschmacksreizen durchgeführt und ebenfalls eine weitgehende Unabhängigkeit der laugigen Schwellenkonzentrationen von den Beimischungen anderer Geschmacksqualitäten gefunden. Hierzu bestimmten wir in der gleichen Versuchssitzung zunächst die Schwellenkonzentrationen einer Lauge und eines qualitäts-verschiedenen Geschmacksstoffes getrennt und wiederholten dann anschließend die laugige Schwellenbestimmung, wobei wir den Schwellenlösungen der Lauge den anderen Geschmacksstoff in der höchsten Konzentration beimischten, in der er allein noch keine Geschmacksempfindung verursacht hatte. Die Versuche wurden an mir und an Vp U mit Natronlauge als laugigem Geschmacksreiz durchgeführt, an U außerdem mit Ammoniak wiederholt.

Es hatten dabei weder auf die Schwellenkonzentrationen der Laugen noch auf die Qualität ihres laugigen Geschmackes einen Einfluß die unterschwellige Beimischung des salzig schmeckenden Kochsalzes, der Süßstoffe Berylliumchlorid, Dulcin, Saccharin, Glyzerin und Zucker (Rohrzucker, Saccharose) und der Bitterstoffe Kaliumdyodid und Chinin. sulf. Wurde den Laugen die bitterschmeckende Pikrinsäure und das süße Glykokoll unterschwellig beigemischt, so verschwand der laugige Geschmack bezw. trat erst bei sehr viel höheren Laugenkonzentrationen auf, offenbar infolge der sauren Eigenschaften der beiden Geschmacksstoffe und der dadurch bedingten Salzbildung. Diese verhindern auch die Untersuchung des Einflusses sauer schmeckender Säuren auf den laugigen Geschmack von Laugen, doch konnten wir an Vp Ku. feststellen, daß die laugigen Schwellenkonzentrationen der Kaliumsalze durch unterschwellige Beimischungen von Salz- und Essigsäure nicht verändert wurden. Der laugige Geschmack erwies sich somit auch in den unterschwelligen Mischversuchen als von den bitteren, salzigen, sauren und süßen Reizen unabhängig.

Eine gleiche Unabhängigkeit des laugigen Schwellengeschmakkes läßt sich auch gegenüber der Adaptationswirkung anderer Geschmacksqualitäten nachweisen. Wir ließen eine 5prozentige Zucker-

lösung so lange über die Zunge fließen, bis die anfänglich starke süße Geschmacksempfindung infolge vollständiger Adaptation erloschen war. Dann schalteten wir die Lösung aus und ersetzten sie durch eine gleichfalls 5prozentige Zuckerlösung, der wir im Meßkölbchen Natronlauge beimischten, wodurch gegebenenfalls ein rein laugiger Geschmack verursacht wurde. Sofort nach Darbietung dieser Mischlösung wurde zur Unterhaltung des süßen Adaptationszustandes wieder die reine Zuckerlösung eingeschaltet und fortlaufend durch Beimischung wechselnder Laugenkonzentrationen die Schwellenverdünnung bestimmt, in der die Natronlauge in der fünfprozentigen Zuckerlösung während des süßen Adaptationszustandes den laugigen Geschmack verursachte. Der Vergleich mit einer unmittelbar zuvor gehenden Schwellenbestimmung der unvermichten Natronlauge ergab, daß die Zuckeradaptation keinen Einfluß auf die Laugenschwelle hatte, die Schwellenkonzentrationen der Lauge in Aq. dest. und in der Zuckerlösung innerhalb einer Fehlerbreite von $\pm$ 4% an Vp U und an mir übereinstimmten. Ebenso fanden wir bei Adaptation an die Süßstoffe (0,0001 m) $BeCl_2$ und (1%) Saccharin und an die Bitterstoffe (0,002%) Chinin. sulf. und (0,001 m) Kaliumjodid und an das salzige (0,001 m) NaCl keinen Einfluß auf die Laugenschwellen. Desgleichen ließ sich an Vp Ku. ein fehlender Adaptationseinfluß von 0,000035 n Salzsäure und Essigsäure auf die laugigen Geschmacksschwellen von KCl und K_2SO_4 nachweisen.

e) Die laugigen Geschmacksschwellen in Mischlösungen von Laugen und Kaliumsalzen.

Für die verschiedenen Empfindungsqualitäten des Geschmackssinnes wird, wie auch v. Kries (a. a. O.) dargelegt hat, das Gesetz der spezifischen Energien der Sinnesnerven von Johannes Müller geltend gemacht. Die spezifischen Empfindungen des bitteren, salzigen, sauren und süßen Geschmackes sollen durch verschiedene Nerven entsprechender „spezifischer Energien" zur Wahrnehmung gebracht werden. Es besteht kein Grund, nicht nunmehr auch für die laugige Geschmacksempfindung in gleicher Weise spezifische Nerven in Betracht zu ziehen. Zum mindesten müssen sich die Empfänger, die Nervenendorgane, bei der Entstehung des laugigen Geschmackes anders verhalten als bei der Entstehung der anderen Empfindungsqualitäten, da sich ja die laugige Geschmackswahrnehmung als so weitgehend unabhängig von den Reizen anderer Geschmacksqualitäten erwiesen hat. Bemerkenswerterweise ergibt sich nun aus den Versuchen, daß sogar innerhalb der laugigen Geschmacksqualität noch mit verschiedenen Empfängern gerechnet

werden muß. Denn die Mischung von Alkalilaugen und den Laugen der Erdalkalien addieren ihre Schwellenwirkungen nicht. Die Beimischung einer eben unterschwellig konzentrierten Alkalilauge hat sogar überhaupt keinen Einfluß auf die Schwellenkonzentrationen von $Ba(OH)_2$ und von $Ca(OH)_2$ und ebensowenig die Beimischung dieser beiden Laugen auf die Schwellenlösungen der Alkalilaugen bezw. des Ammoniaks. Desgleichen besteht auch zwischen den Kaliumsalzen einerseits, den Laugen der Alkalien und der Erdalkalien andererseits kein addierender oder sonstiger wechselweiser Geschmackseinfluß, der sich nur, und zwar ausschließlich als addierender, innerhalb der Gruppe der Alkalilaugen einschließlich des Ammoniaks und innerhalb der Gruppe der Kaliumsalze und bei Mischung von Calciumlauge und Bariumlauge findet.

Wird mittels Dauerdurchströmung einer hochkonzentrierten Alkalilauge vollständige Adaptation erzielt und die Schwellenkonzentration einer anderen Alkalilauge bestimmt, so findet sich die gleiche Schwellenerhöhung wie für die Schwelle der adaptierenden Lösung. Die Adaptationsbreite der Natronlauge ist für Natronlauge die gleiche wie für Kalium-, Litiumlauge und Ammoniak, so daß die in Abbildung III dargestellten adaptierenden NaOH-Konzentrationen an Vp U und mir für jede Adaptationsstufe aequinormale Schwellenkonzentrationen dieser vier Laugen lieferten. Durch Adaptation an überschwelliger Konzentrationen von $Ca(OH)_2$ wurden auch die $Ba(OH)_2$-Schwellen auf die gleichen normalen Beträge erhöht wie die $Ca(OH)_2$-Schwellenkonzentrationen und umgekehrt. Adaptation an eine beliebig hoch konzentrierte Alkalilauge hatte aber nicht den geringsten Einfluß auf die Schwellenkonzentration von $Ba(OH)_2$ und $Ca(OH)_2$ und KCl und auch Calciumlaugenadaptation beeinflußte die Schwellenkonzentration der Alkalilaugen und der Kaliumsalze nicht.

Die Unabhängigkeit der drei Gruppen von laugigen Geschmacksreizen untereinander ist also eine nicht minder vollkommene als die Unabhängigkeit der laugigen Geschmacksreize von Reizen anderer Geschmacksqualitäten. Die drei Gruppen verhalten sich so, als wenn durch sie verschiedene Geschmacksnerven erregt würden, denen nur das introspektative Sinneserlebnis der laugigen Empfindung gemeinsam wäre. Daß dieses Sinneserlebnis zum mindesten ein sehr ähnliches ist, ergibt sich aus der Unmöglichkeit, bei unwissentlicher Prüfung aus der Geschmacksempfindung zu entscheiden, welche Lauge oder ob ein Kaliumsalz als laugiger Geschmacksreiz dient.

Das Gesetz der spezifischen Energie der Sinnesnerven würde also im Bereich des laugigen Geschmacks besagen, daß eine spezifische Geschmacksempfindung auch durch verschiedene Nerven

gleicher spezifischer Energie verursacht werden kann. Entsprechende Erscheinungen, die auf verschiedene peripherische Einrichtungen von Nerven gleicher spezifischer Energie hinweisen, ist H a h n nur noch im Bereich des süßen Geschmackes begegnet, innerhalb dessen der Rohrzucker einerseits, die süßschmeckenden anorganischen Elektrolyte andererseits ebenfalls ihre Schwellenwirkung nicht addierten und im Adaptationszustand nicht beeinflußten.

Zusammenfassung.

Die Aufnahme von Laugen in den Mund führt zu einer eigenartigen Geschmackswahrnehmung, die sich anerkanntermaßen von den bitteren, salzigen, sauren und süßen Geschmacksempfindungen qualitativ unterscheidet. Das unterscheidende Merkmal soll nach übereinstimmendem sinnesphysiologischen Urteil auf einer Leistung des Geruchssinnes beruhen, der durch gasförmige Stoffe, die unter Laugeneinwirkung aus dem Speichel entwickelt werden können, miterregt werden soll. Es wird gezeigt, daß auch dann eine qualitätsspezifische Geschmackswahrnehmung zustande kommt, wenn Laugen durch eine Glasröhre über eine umschriebene Zungenstelle geleitet werden und die Entstehung von Geruchsstoffen dadurch ausgeschlossen wird. Durch Bestimmung der Schwellenkonzentrationen, in denen Laugen unter verschiedenen Versuchsbedingungen die spezifische Geschmacksempfindung auslösen, läßt sich die eigene Qualität des „laugigen Geschmackes“ quantitativ untersuchen und ihre Abgrenzung von den übrigen vier Prinzipalqualitäten des Geschmackssinnes von introspektativen Verfahren unabhängig gestalten.

Anders als die Schwellenwerte der übrigen Geschmacksqualitäten steigen die Schwellenkonzentrationen der Laugen mit der Temperaturerhöhung von 17 bis 32 ^{0} C auf den ca. doppelten Betrag an und sinken bis 42 ^{0} wieder ab. In höheren Konzentrationen verursachen die Alkalilaugen einen süßen Beigeschmack, dessen Schwellenwerte mit steigenden Temperaturen zwischen 17 und 42 ^{0} steil absinken, die Laugen der Erdalkalien einen bitteren Beigeschmack, dessen Schwellen mit der Temperaturerhöhung zunehmend ansteigen.

Unter dem Einfluß der Adaptation werden die Schwellenwerte des laugigen Geschmackes zunächst langsam, mit zunehmenden Adaptationszeiten wachsend schneller erhöht. Die zeitlichen Adaptationskurven der laugigen Schwellenkonzentrationen weichen qualitativ von den Adaptationskurven salziger und saurer Geschmacks-

reize ab; nur einzelne bittere und süße Geschmacksstoffe liefern ähnliche Kurven.

Die absolute Adaptationsfähigkeit des Geschmackssinnes gegenüber laugigen Geschmacksreizen ist eine begrenzte, so daß hochkonzentrierte Laugen auch bei beliebiger Ausdehnung der Adaptationszeiten ständige Geschmacksempfindungen zu verursachen vermögen. Hieraus und aus anderen Beobachtungen ergibt sich eine Ungültigkeit des Gesetzes der Nervenerregung von Du Bois-Reymond für den Geschmackssinn, dessen Adaptation auf einer Umstimmung der Geschmacksorgane im Sinne Herings beruhen muß. Der Umstimmungsvorgang vollzieht sich in den Nervenendorganen.

Die unterschwellige Beimischung von Geschmacksstoffen anderer Geschmacksqualität hat keinen Einfluß auf die Schwellenkonzentrationen der laugigen Geschmacksstoffe. Qualitätsverschiedene Geschmacksstoffe haben auch keine Adaptationswirkung auf die laugigen Schwellenwerte. Die Unabhängigkeit der laugigen Geschmacksqualität ist eine so weitgehende, daß das Gesetz der spezifischen Energie der Sinnesnerven für den laugigen Geschmack geltend gemacht werden kann. Die den laugigen Geschmack vermittelnden Nerven sind nicht einheitlich; zu mindesten haben ihre Endorgane keine einheitlichen Eigenschaften.

Aus dem Schwellenvergleich verschiedener Kaliumsalze, die an allerdings nur einer Vp ebenfalls den laugigen Geschmack verursachten, ergibt sich das Kation als Reizträger des laugigen Geschmackes.

Lebenslauf.

Ich, Abdallah Bissar, bin als Sohn von Jamil Bissar und seiner Ehefrau Hadieh geb. Rafii am 12. Februar 1915 in Tripoli-Syrien geboren. Meine Schulzeit habe ich in Tripoli und Beyruth (Syrien) verbracht. In Tripoli habe ich im Frühjahr 1929 das staatliche Zeugnis (Certificat Libanais d'Etudes Primaires) und in Beyruth im Herbst 1933 das staatliche Diplom (Baccalauréat Français de l'Enseignement Secondaire) erhalten. Anschließend begann ich meine medizinischen Studien in Beyruth und setzte sie in Genf fort, wo ich im Herbst 1935 die medizinischen Vorprüfungen mit Erfolg bestand und das Diplom (Baccalauriat ès Sciences Médicales) bekam. Nachdem ich die letzten Semester in Berlin absolviert habe, schloß ich im März 1939 mit erfolgreich bestandenem ärztlichen Staatsexamen mein medizinisches Studium ab.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. Helmut Hahn meinen herzlichsten Dank aussprechen, daß er mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und mir dabei seine freundliche Unterstützung und Hilfe zukommen ließ.